

Fisioter Bras 2017;18(2):121-9

ARTIGO ORIGINAL

Variação da potência muscular mecânica após sessão de treinamento: efeito agudo da criomassagem

Variation of mechanical muscle power after training session: acute effect of cryomassage

Welds Rodrigo Ribeiro Bertor, Ft.*, Aline Spironello, Ft.*, Giulia Satie Broetto, Ft.*, José Roberto Svistalski, Ft.*, Diane Agneli de Souza, Ft.*, Felipe Grando, Ft.*, Alberito Rodrigo de Carvalho, M.Sc.*

**Laboratório Pesquisa e Análise da Marcha Humana, Centro de Reabilitação Física, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)*

Recebido 29 de março de 2016; aceito em 4 de abril de 2017.

Endereço para correspondência: Welds Rodrigo Ribeiro Bertor, Avenida Salgado Filho, 209/704, 99700-080 Erechim RS, E-mail: wrodrigob@hotmail.com; Aline Spironello: aline.spironello@hotmail.com; Giulia Satie Broetto: giubroetto@hotmail.com; José Roberto Svistalski: jrobertosvistalski@hotmail.com; Diane Agneli de Souza: dhy.agnelli@hotmail.com; Felipe Grando: felipe.grando@hotmail.com; Alberito Rodrigo de Carvalho: albertorodrigo@gmail.com

Resumo

Introdução: O efeito da criomassagem na recuperação de habilidades motoras de atletas ainda não é consensual. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo da criomassagem na variação do pico de potência muscular mecânica (PPMM) após sessão de treinamento. **Métodos:** Onze atletas da Seleção Paranaense de Voleibol, categoria infanto-juvenil ($16,3 \pm 1,7$ anos; $69,2 \pm 8,0$ kg) foram submetidas à avaliação do PPMM em três momentos: pré-treino (MPRE), imediatamente após o treino (MPOSI), e tardiamente após o treino (MPOST). As atletas passaram, de forma cruzada, tanto pela condição controle (CC), quanto pela condição experimental (CE). Determinou-se o PPMM por meio de saltos verticais máximos em tapete de contato que forneceu a potência mecânica. Para criomassagem, entre o MPOSI e o MPOST, utilizaram-se cubos de gelo diretamente sobre a pele na forma de deslizamento superficial em oito grupos musculares dos membros inferiores durante dois minutos para cada grupo. Aplicou-se ANOVA medidas repetidas de dois fatores (condição e momento) com pós-teste de Bonferroni e $\alpha = 0,05$. **Resultados:** Não houve efeito principal da condição $F(1,21) = 0,148$; $p = 0,705$, porém houve efeito do momento $F(2,42) = 9,595$; $p < 0,001$. O PPMM no MPOST foi significativamente menor que os demais momentos em ambas as condições ($p < 0,05$). **Conclusão:** A criomassagem não influenciou agudamente o PPMM após sessão de treinamento.

Palavras-chave: modalidades de fisioterapia, crioterapia, desempenho atlético.

Abstract

Introduction: The effect of cryomassage in the recovery of motor skills of athletes it is still not consensual. **Objective:** To investigate the acute effect of cryomassage in the variation of the peak mechanical muscle power (PMMP) after a session of training. **Methods:** Eleven athletes of Paranaense Volleyball Team, juvenile category (16.3 ± 1.7 years, 69.2 ± 8.0 kg) underwent assessment of PMMP in three stages: pre workout (MPRE), immediately after training (MPOSI), and later after training (MPOST). Athletes participated in both the control condition (CC) as the experimental condition (EC). PMMP was determined by means of maximum vertical jumps in contact carpet which provided mechanical power. For cryomassage, between MPOSI and MPOST, it was applied ice cubes directly on the skin in the form of superficial sliding in eight muscle groups of the lower limbs for two minutes for each group. We applied repeated measures ANOVA on two factors (condition and time) with Bonferroni post-test and $\alpha = 0.05$. **Results:** There was no main effect of condition $F(1,21) = 0.148$; $p = 0.705$, but there was effect of time $F(2,42) = 9.595$; $p < 0.001$. The PMMP in MPOST was significantly smaller than the other moments in both conditions ($p < 0.05$). **Conclusion:** Cryomassage does not influence acutely peak mechanical muscle power after the training session.

Key-words: Physical therapy modalities, cryotherapy, athletic performance.

Introdução

Atualmente, o sucesso do treinamento esportivo, voltado para o desempenho, vai além da sistematização na prescrição do exercício, sendo necessária abordagem multiprofissional para que sejam considerados outros componentes relevantes, tais como a qualidade na transição de estímulos do treinamento [1]. Neste sentido, a utilização de técnicas que visam recuperação dos diversos sistemas orgânicos, fazendo-os retornar às condições basais, torna-se importante e determinante no desempenho de tarefas subsequentes em curto prazo [2].

Há uma grande quantidade de modalidades recuperativas pós-exercício que são utilizadas no âmbito esportivo, para atletas de elite e amadores, com o intuito de acelerar o processo recuperativo: massagem [3,4], exercícios ativos [2,5], terapia de contraste [6,7] e crioterapia [8,10]. Apesar das várias opções terapêuticas recuperativas, a crioterapia tem sido amplamente utilizada no meio esportivo, porém, as evidências em favor da efetividade da crioterapia como método recuperativo ainda são fracas e carecem de mais estudos para sustentá-la [1,11].

A crioterapia consiste na aplicação de uma substância que retira calor do corpo, resultando na diminuição da temperatura tecidual [12]. Os principais efeitos fisiológicos promovidos por esta modalidade são: redução da temperatura corporal, do fluxo sanguíneo e do metabolismo [12]; redução da dor [13]; controle do processo inflamatório e edema [13-15]; redução do espasmo muscular e aumento da produção de endorfina [16]; redução na velocidade de condução nervosa e inibição de nociceptores [12,14,16].

Verducci [17] observou que a aplicação de bolsas plásticas de gelo por três minutos seguida por quatro minutos e meio de repouso, para reaquecimento, entre séries de exercício de levantamento de peso, com 22 repetições cada, foi capaz de retardar o aparecimento da fadiga por tornar possível a execução de maior número de séries no grupo crioterapia. Ingram *et al.* [8] encontraram efeito benéfico da crioterapia observando eficácia da modalidade em acelerar a recuperação da força muscular de flexores e extensores de joelho 48 horas após protocolo de exaustão física.

Contrariamente, observou-se em uma revisão sistemática [18] que, em relação à função muscular, o torque concêntrico, excêntrico e/ou isométrico, parece não sofrer influência da crioterapia para acelerar o processo de recuperação pós-exercício. Bleakley, Costello e Glasgow [19] reforçaram esses achados e ainda propuseram que a potência muscular, velocidade e a agilidade também não são influenciadas de forma positiva pela crioterapia.

Tornando o tema ainda menos conclusivo, vários estudos relatam que as técnicas crioterápicas agem no sistema nervoso diminuindo a responsividade do sistema neuromuscular, o que diminui a capacidade dos músculos em gerar potência [20,21]. A crioterapia modifica a estrutura da membrana axonal e a condutância dos canais de sódio e potássio voltagem-dependentes, prolongando o período refratário devido ao aumento do limiar dos potenciais de ação das células nervosas, resultando na diminuição da velocidade de transmissão do impulso nervoso [21]. Consequentemente, parece contraditório que a crioterapia seja capaz de restaurar a capacidade de desempenho muscular pós-exercício agudamente ao mesmo tempo em que produz efeitos fisiológicos com consequências deletérias sobre a atividade neuromuscular.

A massagem com gelo (criomassagem) é uma das técnicas de crioterapia disponíveis. Por ser uma terapia de baixo custo e de fácil utilização, é amplamente utilizada na prática desportiva, como forma de acelerar a recuperação pós-treino e/ou competição [9,22], embora semelhante às outras modalidades de crioterapia, seus efeitos também são contraditórios [9,23].

Anaya-Terroba *et al.* [9] avaliaram a atividade eletromiográfica do músculo quadríceps femoral do membro dominante durante contração isométrica voluntária máxima em três momentos distintos: a) momento inicial, que correspondia ao repouso; b) pós-protocolo de contração isocinética em quatro velocidades diferentes; c) e pós-intervenção. A intervenção consistiu na aplicação de massagem com gelo no grupo experimental e ultrassom desligado no grupo placebo, ambos por 15 minutos. Os autores observaram maior atividade eletromiográfica no grupo experimental após a intervenção. Já Guillick *et al.* [23] observaram que a massagem com gelo não foi eficaz em recuperar a força muscular após protocolos de contrações excêntricas dos flexores de punho.

Além da divergência dos efeitos desta modalidade de crioterapia na literatura, a criomassagem, em comparação às outras técnicas crioterápicas, tem recebido menos atenção da comunidade científica, uma vez que estudos com criomassagem são menos frequentes. Portanto, este estudo teve como objetivo verificar o efeito agudo da massagem com gelo (criomassagem) na variação do pico de potência muscular mecânica (PPMM), decorrente do exercício, quando esta é mensurada após a realização de uma sessão de treinamento técnico/tático em atletas de voleibol feminino categoria infanto-juvenil.

Material e métodos

Estudo de caráter semi-experimental [24] com modelo de delineamento de medidas pré e pós-intervenção, transversal, cruzado. O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), sob parecer 259/2012 e os termos de consentimento livre e esclarecido foram assinados por todas as voluntárias e/ou seus respectivos responsáveis legais.

Realizou-se cálculo amostra a partir de dados de estudo piloto prévio, tendo como variável principal o pico de potência muscular mecânica (em Watts) (*software* WinPepi versão 11.18; $\alpha = 0,05$; poder = 80%; diferença a ser detectada = 25,0; desvio padrão do momento pré-intervenção = 56,2; desvio padrão do momento pós-intervenção = 59,9; coeficiente de correlação = 0,85) determinando tamanho mínimo da amostra em 12 voluntários (24 observações).

Participaram do estudo 14 jogadoras de voleibol que integravam a Seleção Feminina Paranaense de Voleibol em 2013, categoria até 18 anos, reunidas por duas semanas para treinamento em regime de concentração.

Adotou-se como critério de exclusão: relato de doenças sistêmicas, lesões neuromusculares e cutâneas, crônicas ou agudas nos últimos seis meses; histórico de hipersensibilidade ao frio; não realização de um ou mais momentos de avaliação. Três voluntárias foram excluídas, pois não completaram todas as avaliações, sendo a amostra final composta por 11 atletas ($16,3 \pm 1,7$ anos; $69,2 \pm 8,0$ kg).

As intervenções aconteceram as terças e quintas-feiras durante as duas semanas de concentração, totalizando quatro dias de intervenções. Previamente, as atletas foram subdivididas, por meio de sorteio simples, em subgrupo A e subgrupo B. Ambos os subgrupos foram submetidos a duas condições: condição controle (CC) e condição experimental (CE). No primeiro dia, também por sorteio, definiu-se a condição que cada subgrupo seria submetido naquele dia e, nos dias subsequentes, os subgrupos trocaram de forma sistemática sua condição para que todas as atletas vivenciassem ambas as condições. Intencionalmente, cada atleta passou, ao longo das duas semanas, duas vezes pela CC e duas vezes pela CE. A sequência das condições de cada subgrupo durante as intervenções pode ser visualizada na Tabela I.

Tabela I - Sequência das condições de cada subgrupo para os dias de intervenções.

C	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia
CC	Subgrupo A	Subgrupo B	Subgrupo A	Subgrupo B
CE	Subgrupo B	Subgrupo A	Subgrupo B	Subgrupo A

Condição controle (CC); condição experimental (CE).

Ainda, tanto na CC quanto na CE, as atletas participaram de três momentos de avaliação: momento pré (MPRE), imediatamente antes de início do treinamento; momento pós-treino imediato (MPOSI), imediatamente após o término do treino e antes das condições (experimental ou controle) correspondentes do dia; momento pós-treino tardio (MPOST), após 16 minutos do MPOSI. As sessões de treinamento foram de aproximadamente 1 hora e 40 minutos de treino técnico/tático.

As avaliações consistiram na realização de três saltos verticais máximos, do tipo *Counter Moviment Jump* (CMJ) [25] devido à presença de contramovimento em sua execução. Para iniciar o salto, a atleta posicionou-se com as mãos na cintura e em aproximadamente 90° de flexão de quadril e joelho. Então, realizou três saltos máximos sobre uma placa de contato com dimensões de 50 X 66 cm, conectada ao sistema Multisprint Full (*software* Multisprint) que forneceu a potência mecânica (PM) de cada salto expressa em Watts (W). O *software* calculou

a PM para cada salto por meio da seguinte equação: $PM = m \cdot g \cdot d / t$, em que m = massa corporal da atleta em quilogramas; g = aceleração da gravidade ($9,81 \text{ms}^2$); d = altura do salto em metros; t = tempo de voo em segundos.

Para a análise estatística foi realizado a média da potência muscular mecânica dos três saltos verticais máximos, para cada atleta, em cada um dos momentos dos quatro dias de avaliação. Ainda, como cada atleta passou duas vezes pela CC e duas CE, realizou-se a média dos momentos correspondentes (a saber: MPRE da 1ª e 2ª avaliação; MPOSI da 1ª e 2ª avaliação; MPOST da 1ª e 2ª avaliação), das respectivas condições, obtendo-se assim o PPMM de cada momento para as duas condições.

A intervenção consistiu em criomassagem para quatro grupos musculares (flexores e extensores de joelho e de tornozelo) de cada membro inferior, totalizando oito grupos, e foi aplicada entre o MPOSI e o MPOST. Na CC a atleta permaneceu sentada em repouso pelo tempo correspondente ao da criomassagem. Para a CE foram utilizados cubos de gelo de aproximadamente 5cm^3 aplicados diretamente sobre a pele da atleta na forma de deslizamento superficial. Foram executados movimentos cíclicos de “vai e vem” ininterruptamente, a uma frequência de aproximadamente 60 ciclos por minuto, durante dois minutos, em toda área correspondente ao grupo muscular. Demorou-se cerca de 16 minutos para aplicar a criomassagem em todos os grupos. Por questões puramente práticas, a ordem dos grupos e o decúbito para aplicação da técnica foram: flexores de joelho, seguido dos plantiflexores no decúbito ventral; e extensores de joelho e dorsiflexores no decúbito dorsal. Durante a aplicação, a articulação central do movimento (joelho ou tornozelo) foi mantida em amplitude intermediária do arco de movimento favorecendo, assim, o relaxamento do grupo muscular. Os posicionamentos adotados nas intervenções podem ser visualizados na Figura 1. O processo de triagem e a sequência dos procedimentos metodológicos podem ser visualizados na Figura 2.

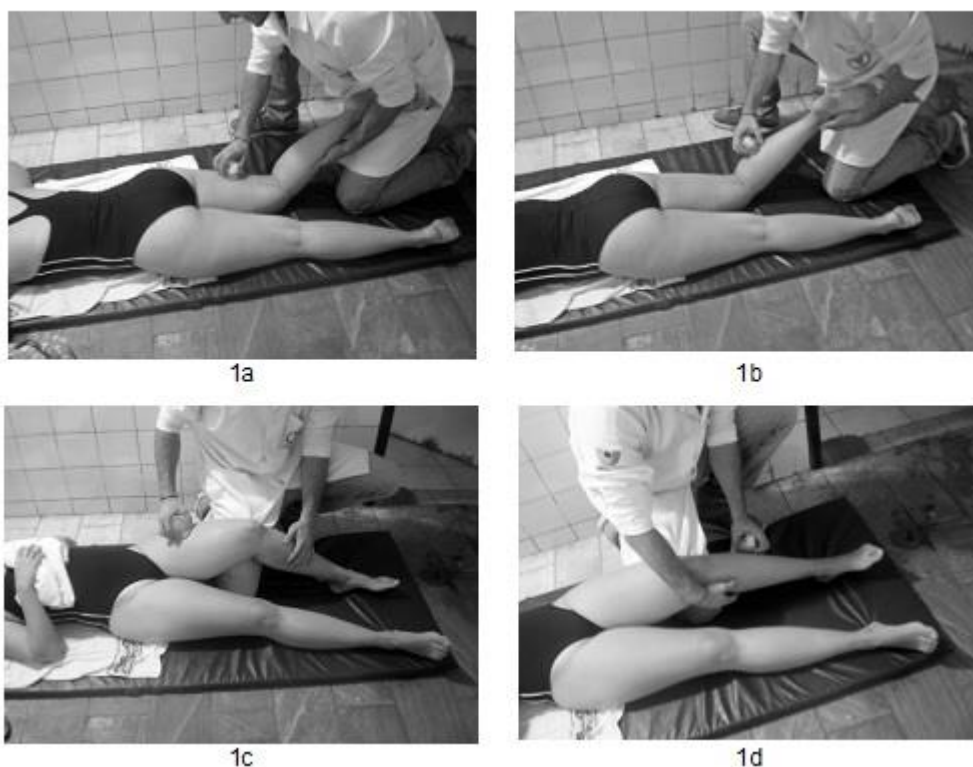
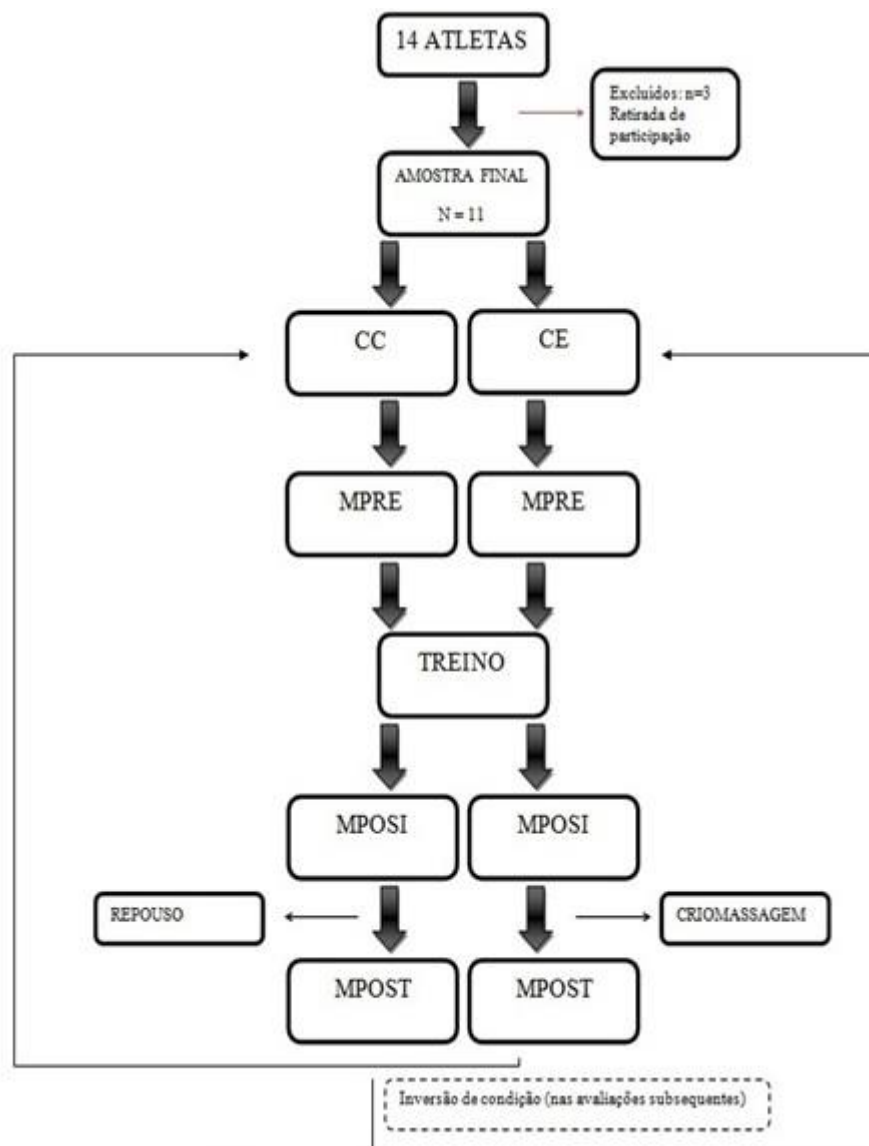


Figura 1 - Posicionamentos para aplicação da técnica de criomassagem nos diferentes grupos musculares: a) flexores de joelho; b) plantiflexores; c) extensores de joelho; d) dorsiflexores.

Para análise estatística utilizou-se ANOVA medidas repetidas com dois fatores (condição: controle/experimental; e momento: MPRE/MPOSI/MPOST) com pós-teste de Bonferroni. Para os testes estatísticos adotou-se $\alpha = 0,05$.



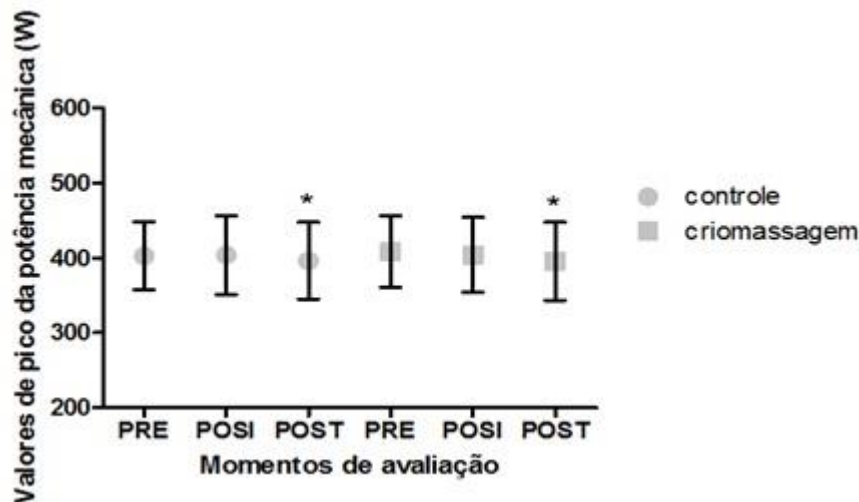
Condição controle (CC), condição experimental (CE), momento pré (MPRE), momento pós-treino imediato (MPOSI), momento pós-treino tardio (MPOST).

Figura 2 - Organograma com a seqüência dos procedimentos metodológicos.

Resultados

Não houve efeito principal da condição $F(1,21) = 0,148$; $p = 0,705$, porém houve efeito do momento $F(2,42) = 9,595$; $p < 0,001$. O PPMM no MPOST foi significativamente menor que nos demais momentos.

As medidas de tendência central e de dispersão podem ser visualizadas na Figura 3, bem como a estatística inferencial.



PRE = momento de avaliação pré; POSI = momento de avaliação pós-treino imediato; POST = momento pós-treino tardio, decorrido 16 minutos do pós-treino imediato; watts (W); * $p < 0,05$.

Figura 3 - Representação das médias e desvios padrão do pico da potência mecânica para os diferentes momentos de avaliação.

Discussão

Observou-se pelos resultados do presente estudo que a criomassagem, aplicada por dois minutos, foi ineficaz em atenuar a diminuição do PPMM. No entanto, verificou-se que houve efeito do momento, sendo o PPMM no MPOST estatisticamente menor que nos demais momentos. Esses resultados refutam a hipótese do estudo de que a criomassagem é uma técnica eficaz em amenizar a diminuição do PPMM e sugerem que é mais relevante o momento de avaliação do que o efeito desta técnica de resfriamento.

Howatson, Gaze e Someren [22], após submeterem seus voluntários a três séries com 10 repetições máximas de exercícios excêntricos para os flexores de cotovelo, aplicaram massagem com gelo, durante 15 minutos, imediatamente após, 24 h e 48 h após os exercícios. Corroborando os achados do presente estudo, esses autores não observaram efeito da criomassagem. Contudo, eles observaram efeito decorrente dos diferentes momentos de avaliação, em relação aos níveis de repouso, relatando diminuição da contração isométrica voluntária máxima e do torque concêntrico do cotovelo acompanhado de aumento nas variáveis que sugerem dano muscular induzido pelo exercício, sendo elas: níveis séricos da enzima creatina quinase e mioglobina, dor muscular e circunferência do membro.

Verducci [17] encontrou efeito positivo da crioterapia sobre a fadiga. Embora esse autor tenha usado uma modalidade de crioterapia diferente da criomassagem, defende a suposição de que a relação entre desempenho muscular e a temperatura muscular representa uma curva em forma de "U" invertida, similar a uma curva de distribuição gaussiana, onde o pico desta curva, local em que se evidencia o melhor desempenho muscular, corresponde a uma temperatura levemente abaixo da temperatura fisiológica normal do músculo e que quanto mais a temperatura muscular se desloca para as extremidades, seja para o frio ou para o calor, maior é o decréscimo no desempenho muscular.

Como no presente estudo não foi possível controlar a temperatura da pele e do músculo, tanto na condição experimental quanto na condição controle, não foi possível saber se a ineficácia da técnica foi consequência da impossibilidade real da criomassagem amenizar o decréscimo da potência mecânica ou se a criomassagem não promoveu redução da temperatura muscular compatível com aquela capaz de favorecer o desempenho muscular.

Bailey *et al.* [26] observaram que a crioterapia a 10° foi capaz de amenizar a diminuição da contração isométrica voluntária máxima nas 24 e 48 h pós-exercício, mas discutem que a contração isométrica voluntária máxima é uma variável mais sensível às mudanças na função muscular do que avaliações funcionais, como os testes de velocidade e de salto vertical. Em oposição a esta ideia, Oksa [27] aponta que a habilidade para realizar exercícios dinâmicos é mais influenciada pelo resfriamento do que exercícios isométricos, e encontrou para exercícios com saltos, diminuição no desempenho de aproximadamente 17%

em função da diminuição da temperatura, possivelmente porque as propriedades elásticas do músculo, determinantes no salto, são especialmente suscetíveis ao resfriamento.

Verducci [17] também discute que possivelmente o efeito do resfriamento decorrente da aplicação do frio demora mais que três minutos para se manifestar e que a diminuição da temperatura muscular continua decaindo por vários minutos após a remoção do estímulo de frio. Considerando os efeitos negativos da crioterapia sobre o desempenho muscular, especialmente em indivíduos jovens [20], poderia se pensar que a razão para o PPMM, no MPOST, ter sido menor em relação aos outros momentos, fosse justamente por conta dessa ação posterior lenta e prolongada do resfriamento sobre a função neuromuscular. Porém, como o PPMM no MPOST foi menor também na CC, esse não pode ser considerado um argumento cabível para explicar os resultados.

Uma hipótese que poderia explicar a diminuição do PPMM no MPOST em ambos os grupos é aquela relacionada aos fatores motivacionais. Estudos têm demonstrado que fatores motivacionais tem relação direta com a qualidade na execução de tarefas motoras e do desempenho físico. Sabe-se que fatores cognitivos, motivacionais e estresse mental são capazes de modificar o desempenho motor, sendo estes fatores, inclusive, envolvidos nas teorias gerais sobre a fadiga, especialmente no que se refere à fadiga central [28]. Assim, supõe-se que o período entre as duas avaliações no MPOST e MPOST proporcionou redirecionamento no foco motivacional das atletas, percebido, subjetivamente, pelos pesquisadores como um momento de descontração e isso pode ter induzido a queda do desempenho motor na última avaliação.

Outra possível explicação para tantos achados controversos na literatura pode estar tanto nas diferenças entre as diversas modalidades de crioterapia utilizadas, quanto nos tempos de aplicação em cada uma delas. As diferentes formas de resfriamento parecem provocar mudanças na temperatura muscular proporcionais a sua capacidade de retirar calor do corpo. Richendollar, Darby e Brown [29] apresentam que sacos de gelo produzem reduções na temperatura mais prolongadas do que a criomassagem e afetam negativamente o desempenho em testes funcionais de alta intensidade.

Embora o presente estudo sugira que a criomassagem não apresenta efeitos com características recuperativas, deve-se salientar que esses efeitos foram imediatos. Assim, não é possível extrapolar esses achados para períodos posteriores em que o organismo teria tempo suficiente para assimilar e se ajustar ao estímulo de frio. Nemet et al. [30] defendem que uma grande contribuição da crioterapia para recuperação pós-exercício é a diminuição de substâncias inflamatórias, especialmente as citocinas, que potencialmente podem levar à dor muscular tardia. Porém, apontam que a crioterapia também reduz a concentração de hormônios anabólicos, o que poderia prejudicar o processo de adaptação crônica ao exercício.

A principal limitação do presente estudo está na diferença do tempo de aplicação da criomassagem em relação à maioria dos outros estudos os quais utilizaram aproximadamente 15 minutos para cada grupo muscular [9,12,21-23]. Acredita-se que essa diferença do tempo de aplicação seja um fator importante na capacidade da criomassagem influenciar o PPMM.

Muito embora o desenho do estudo tenha atendido aos propósitos deste, esses achados não esgotam o assunto e não devem ser interpretados como definitivos já que vários fatores associados e confundidores, não controlados neste estudo, tais como temperatura da pele e do músculo durante e após a criomassagem, podem, supostamente, modificar as respostas. Outras limitações do estudo foram: a) a perda amostral, que fez o poder do teste estatístico cair para 75%; b) a não aleatoriedade da ordem de aplicação da criomassagem nos grupos musculares, uma vez que pode haver influência temporal considerando que o primeiro grupo muscular a receber a intervenção teve por volta de 14 minutos para se adaptar ao estímulo de frio antes do teste de salto; c) temperatura muscular não controlada, o que poderia mostrar a intensidade da modalidade em retirar calor. Fazem-se, então, necessários mais estudos para entender o real efeito das modalidades de crioterapia como técnica recuperativa.

Conclusão

Conclui-se com este estudo que a criomassagem, aplicada por dois minutos, não influenciou agudamente o pico de potência muscular mecânica após sessão de treinamento.

Referências

1. Pastre CM, Bastos F do N, Júnior JN, Vanderelei LCM, Hoshi RA. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(2):138-44.
2. Rey E, Lago-peñas C, Casáis L, Lago-ballesteros J. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. *JHK* 2012;31:121-9.
3. Oliveira F, Marcon F, Campbell CSG, Simões HG. Efeitos de diferentes tipos de recuperação pós-exercício sobre a lactacidemia e desempenho em esforços consecutivos. *Motriz: Rev Educ Fis* 2002;8(1):11-9.
4. Hart JM, Swanik CB, Tierney RT. Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise. *J Athl Training* 2005;40(3):181-5.
5. Sairyō K, Iwanaga K, Yoshida N, Mishiro T, Terai T, Sasa T et al. Effects of active recovery under a decreasing work load following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. *Int J Sport Med* 2003;24(3):179-82.
6. Cochrane DJ. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Phys Ther Sport* 2004;5:26-32.
7. Versey NG, Halson SL, Dawson BT. Effect of contrast water therapy duration on recovery of running performance. *Int J Sports Physiol Perform* 2012;7(2):130-40.
8. Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *J Sci Med Sport* 2009;12:417-21.
9. Anaya-Terroba L, Arroyo-Morales M, Penas CF, Díaz-Rodríguez L, Cleland JA. Effects of ice massage on pressure pain thresholds and electromyography activity postexercise: a randomized controlled crossover study. *J Manipulative Physiol Ther* 2010;33(3):212-9.
10. Costello JT, Culligan K, Selfe J, Donnelly AE. Muscle, skin and core temperature after -110°C cold air and 8°C water treatment. *PLoS One* 2012;7(11):48190.
11. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. Does it help? *Sports Med* 2006;36(9):781-96.
12. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water. *Phys Ther* 2010;90(4):581-91.
13. Lateef F. Post exercise ice water immersion: Is it a form of active recovery? *J Emerg Trauma Shock* 2010;3(3):302.
14. Algafly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *Br J Sports Med* 2007;41:365-9.
15. Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2007;41:392-7.
16. Minor MA, Sanford MK. The role of physical therapy and physical modalities in pain management. *Rheum Dis Clin North Am* 1999;25(1):233-48.
17. Verducci FM. Interval cryotherapy decreases fatigue during repeated weight lifting. *J Athl Training* 2000;35(4):422-6.
18. Burgess TL, Lambert MI. The efficacy of cryotherapy on recovery following exercise-induced. *ISMJ* 2010;11(2):258-77.
19. Bleakley CM, Costello JT, Glasgow PD. Should athletes return to sport after applying ice? *Sports Med* 2012;42(1):69-87.
20. Dewhurst S, Macaluso A, Gizzi L, Felici F, Farina D, Vito G. Effects of altered muscle temperature on neuromuscular properties in young and older women. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:451-8.
21. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects. *Rev Bras Fisioter* 2011;15(3):233-40.
22. Howatson G, Gaze D, Someren KA van. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports* 2005;15:416-22.
23. Gulick DT, Kimura EF, Sitler M, Paolone A, Kelly JD. Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *J Athl Training* 1996;31(2):145-52.

24. Gaya A. Ciências do movimento humano: introdução a metodologia de pesquisa. Porto Alegre: Artmed; 2009. p. 304.
25. Amadio AC, Ávila AOV, Guimarães ACS, David AC, Mota CB, Borges DM, et al. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva (rede cenesp - met). *Braz J Biomech* 2002;3(4):57-67.
26. Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sport Sci* 2007;25(11):1163-70.
27. Oksa J. Neuromuscular performance limitations in cold. *Int J Circumpolar Health* 2000;61:154-62.
28. Knicker AJ, Renshaw I, Oldham AR, Cairns SP. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Med* 2011;41(4):307-28.
29. Richendollar ML, Darby LA, Brown TM. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. *J Athl Train* 2006;41(4):364-70.
30. Nemet D, Meckel Y, Bar-Sela S, Zaldivar F, Cooper DM, Eliakim A. Effect of local cold-pack application on systemic anabolic and inflammatory response to sprint-interval training: a prospective comparative trial. *Eur J Appl Physiol* 2009;107:411-7.